

基于 Geo-Union 的数字校园系统的设计与实现

罗英伟 刘昕鹏 王月龙 汪小林 许卓群

(北京大学计算机系人工智能教研室, 北京 100871)

摘要 简要论述了数字化城市的发展和應用, 针对数字城市建设的复杂性, 从数字化校园系统建设着手, 探讨了开发组件式数字化校园系统的关键技术和整体开发方案, 对数字城市进行了有益的尝试和并提供了有益的借鉴。采用 Geo-Union 系统开发平台, 构建了一个数字北大校园系统, 对它的系统体系结构、数据库建设、功能设计以及基于 WebGIS 构件的实现进行了比较详细的探讨。数字北大校园系统集成了校园内各方面的服务信息, 将成为北大师生及其他用户极为方便的一个信息渠道, 也将成为展示北大形象的一个新的窗口。

关键词 数字城市 数字校园 WebGIS 构件 空间数据库

中图法分类号: TP393.18 P208 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-8961(2002)08-0844-07

The Design and Implementation of Digital Campus System Based on Geo-Union

LUO Ying-wei, LIU Xin-peng, WANG Yue-long, WANG Xiao-lin, XU Zhuo-qun

(AI Lab, Dept. of Computer Science and Technology, Peking University, Beijing 100871)

Abstract Firstly, the development and application of digital city are introduced. Aiming at the complexity of constructing digital city, the key issues and implementation scenario of constructing digital campus based on GIS component are explored, which will give a practical method and useful reference for digital city. Adopting the GIS platform Geo-Union, a digital campus of Peking university (PKU campus) is built. The architecture of PKU campus is based on Browser/Server mode, which consists of four layers: Browser, Web Server, Geo-Union Server and Spatial database server. The spatial information of PKU campus is organized as spatial entity, map layer and map and stored in Oracle8i. According the distribution of the campus, the spatial information consists of five parts: environment, main campus, Yan-bei campus, Chang-ping campus and medicine campus. The functions of PKU campus include information services both inside PKU and around PKU, such as map exploring, Web linking, site locating, spatial querying and navigating. The implementation method of PKU campus is based on WebGIS component and ASP. Two secondary developing components (GisView and PicView) are designed to integrate visualization, map operation, human-user interaction for map and image. PKU campus integrates all-sided service information in PKU, which will provide a convenient information channel for all members of PKU and other users, and will be a new window for exhibiting the image of PKU.

Keywords Digital city, Digital campus, WebGIS, Component, Spatial database

0 引言

所谓“数字化城市”,是指充分利用数字化方法及其相关的计算机技术和手段,对城市基础设施与

生活发展相关的各方面内容进行全方位的信息化处理和利用,是具有对城市地理、资源、生态、环境、人口、经济、社会等复杂系统进行数字化和网络化管理、服务与决策功能的信息体系,其典型应用包括电子政务、电子商务、城市智能交通、市政基础设施管

基金项目:国家自然科学基金(60073016, 60003005), 国家 863 计划(2001AA113151), 北京市自然科学基金(4012007)

收稿日期: 2001-06-15; **改回日期:** 2001-12-11

理、公众信息服务、教育管理、社会保障管理、城市环境质量监测与管理、社区管理等几乎城市生活的所有管理方面和经济层面^[1]。

建设数字城市的主要依托技术之一是 WebGIS 技术。WebGIS 是为便于全社会范围内各领域、各部门之间的空间数据交换与信息共享而设计的。借助于计算机网络,WebGIS 将分布在不同地域空间、不同平台和不同数据结构的地理信息,按照系统化、结构化、一体化的运行机制进行数据组织、管理、信息查询分析、信息成果发布等等。

数字城市发展至今,已有不少实际使用的系统,尽管它们并不是很全面。如美国成立了数字城市公司,在 Internet 网上发布美国最有影响的 60 个城市的信息;德国的 Rostock、Stuttgart 大学建立了模拟系统,对一些城市的基础设施提供相关的查询、分析和显示功能;日本电信与京都大学、Stanford 大学合作致力开发网上虚拟京都;新加坡在“智能岛”建设中,提出了 IT2000 的概念,专门成立了一个国家计算机委员会,邀请 11 个行业的 200 多个高级主管人员经过精心研究,共同制订了一个发展战略^[1]。这 11 个行业是:建筑业与房地产,教育与培训,金融服务,政府机构,医疗保健,信息产业,制造业,媒体、出版与新闻服务业,零售与批发,旅游休闲娱乐业,运输业(空运与海运)。

我国的城市数字化进程也在不断发展,已在城市地理信息系统、城市管理系统、网上购物、远程医疗、远程教育、商业信息化等方面多头推进。当然,数字化城市建设不是一朝一夕就能完成的,它是一项复杂的经济社会系统工程,需要认真研究数字化城市建设中的产业链模式,通过政策、法规和调控的手段,保证数字化城市建设的良性循环发展^[2]。

建立一个数字化的城市需要投入相当多的人力和物力。由于城市本身的复杂性,数字化过程本身还没有一个成熟的标准。虽然已有一些很有特色的城市系统投入运行,但都只是涉及城市的某个方面,建设一个真正意义的数字化城市系统,还是一件十分困难的事情。为此,选择设计建设一个基于校园的数字化系统,因为:校园所牵涉的范围不大,信息的组织相对比较集中,便于归类管理;系统功能的设计较易与实际的应用达成一致;校园的信息获取较为方便,这就大大节省了开发的周期;系统本身的规模较小,随时更新系统设计成为可能。

基于 Geo-Union 系统,在已有的平台上进行二

次开发构建了数字北大系统。数字北大系统的开发和完善,将为建设数字化城市做先期的探索,也为将来开发更大规模的组件式 WebGIS 系统提供有益的参考和借鉴。

数字北大系统将作为校园新的信息源,任何与北大的行政、生活、休闲、旅行相关的信息将重新定位,并与地图信息建立紧密的联系。用户将可以从以往的文字查询中解脱出来,获取图文并茂而且最为直接的交互效果。数字北大系统有较高的信息集成度,而这些信息被归类,定位到地图上的建筑、道路、湖泊,用户可以随时获取必要的信息,就如同行走在北大校园中。数字北大系统将作为北大师生及其他用户极为方便的一个信息渠道,也将成为展示北大形象的一个新的窗口(<http://gis.pku.edu.cn>)。

1 Geo-Union 系统简介

Geo-Union 系统是国产化 GIS 开发平台,它采用多层次的 Client/Server 结构,基于 ORDB 技术、构件技术(包括 COM 与 DCOM),在面向对象思想指导下设计与实现。它为 GIS 应用开发者提供了一个面向对象的、可扩充的 GIS 构件库。该系统既适合单机环境,更适合网络环境。

1.1 Geo-Union 系统的体系结构

从系统构成的角度看,Geo-Union 系统可以分为 Geo-Union 应用层、Geo-Union 构件层、Geo-Union 服务层和 Geo-Union 存储层 4 个部分。其基本的系统结构图如图 1 所示^[3]。

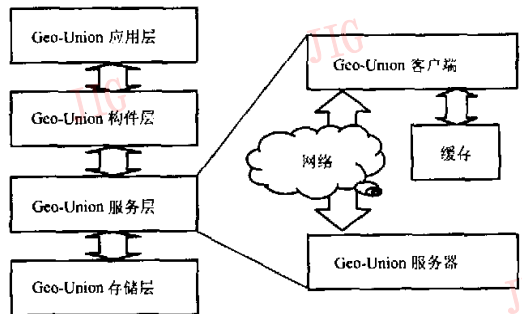


图 1 Geo-Union 的体系结构

(1) 应用层 这个层次的工作是通过剪裁并集成 Geo-Union 构件库所提供的服务来实现面向特殊领域的二次开发,以得到满足不同用户需要的 GIS 应用,它可以基于桌面或网络环境。

(2) 构件层 以构件的形式,为应用层提供丰富的服务,以使用户构造自定义的 GIS 应用,如数据访问、数据处理等. Geo-Union 构件层向用户提供 GIS 功能的接口,但却屏蔽了其实现细节. Geo-Union 构件层作为用户与 Geo-Union 服务器之间的沟通桥梁,一方面为用户提供功能明确、便于重用的接口构件,一方面与 Geo-Union 服务器实施有效快速的通信及数据传输,并过滤平台异构性.

(3) 服务层 负责 GIS 数据的访问,其分成两个部分:Geo-Union 客户端作为 C/S 结构的客户端,向构件层提供数据访问服务和数据处理服务;Geo-Union 服务器作为 C/S 结构的服务器,向客户端提供数据的存储访问操作.

(4) 存储层 负责 GIS 数据的物理存储.

1.2 Geo-Union 系统的主要特点

(1) 基于 ORDB 的 WebGIS 空间数据库 系统采用对象关系数据库来存储空间数据,并且将几何数据和相应的属性数据按空间实体统一存放在数据库中,从而消除了两者之间的不一致性,维护方便.

(2) 采用 ODBC 实现多数据库支持 为了屏蔽底层所采用数据库类型的不同,系统采用了 ODBC 接口. 通过安装不同数据库的驱动程序以及专门的驱动程序管理器来实现上层统一的查询接口(例如都可以采用 SQL 语句,可以有表面上相同的数据库架构).

(3) 空间数据模型 从用户的角度来看,Geo-Union 系统的组织有地图、图层和实体的概念,而数据库的组织则将各个数据概念和数据编辑工具抽象,并封装成类,便于对地图编辑对象的开发和使用的.

(4) 空间索引与缓存 采用空间索引技术过滤所要访问的空间数据,利用多级空间缓存技术在相关的网络节点上建立空间缓存,从而大大降低了空间数据的访问频度和数据传输规模,减少或避免了空间数据在网络上的无效传输;与此同时,将空间索引技术融入各种空间查询与空间分析算法之中,显著地提高了系统在网络上的运行效率.

(5) 基于构件的二次开发 以构件库的形式,为不同领域用户提供完善的二次开发工具,用户可以在各种可视化编程环境下(如 Visual Basic、Visual C++、Power Builder、Delphi、VB Script、Java Script 等),利用构件库方便地开发面向本专业应用领域的 GIS 应用系统和个性化的管理工具. 系统既

可以运行在单机环境,也可以运行在局域网或 Intranet 网络环境,更可以在 Internet 网络环境中高效地运行.

2 基于 Geo-Union 的数字北大系统的设计与实现

2.1 数字北大系统的体系结构

如图 2 所示,系统基于 Browser/Server 模式,采用 4 层分布结构:浏览器、Web 服务器、Geo-Union 服务器和数据库服务器. 它们之间既相对独立,又相互联系. 相应的 Geo-Union 构件安装在客户端,Web 服务器将负责把网页传输到客户端,接收来自客户端的查询请求,并控制 Geo-Union 构件,完成和 Geo-Union 服务器的交互,最终将查询信息通过 Internet 返回给用户. 基于这种模式,用户可以在浏览器端很方便地获得所关心的地理信息及其他相关信息,或者直接完成空间查询和空间分析的操作,而不必关心其具体实现细节.

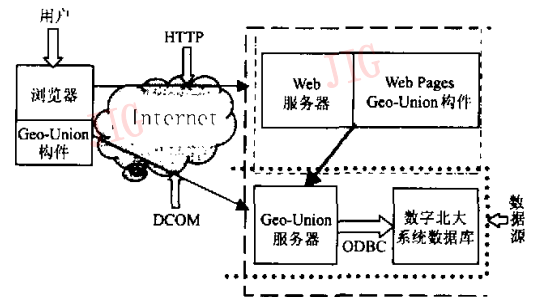


图 2 数字北大系统结构

从实现形式上来看,本系统属于一种主动的 WebGIS 方式,所谓主动的 WebGIS,是指不是由服务器包办处理用户的一切请求,而是通过服务器向客户端发送一段运行在本地机上的客户程序. 这个程序可以与用户实时交互,处理用户的一些简单请求或不需要网络环境支持的操作,如地图的放大、缩小、开窗、漫游等,所需的矢量地形数据直接向服务器申请. 当客户发出一些较复杂、高级的操作要求而客户程序不能处理时,才请求 WebGIS 服务器处理,其处理结果也以矢量数据的形式返还给客户端. 采用主动的 WebGIS 的优点在于:

(1) 这种方法传送给用户的是矢量的地理元素实体,而不只是一幅由服务器处理好的静态图象,这

给予用户更大的操作自由度,使用户可以自由地处理每个元素,不但可以查询地图数据,还可以分析和更新数据;

(2) 网上传输的是各类矢量图形数据和属性数据,较之图象数据流量大大降低,同时由于程序是在用户端执行的,因此许多简单操作无须通过网络提交服务器处理,从而减少了客户端和服务器之间的数据流量,降低了网络负载,使得各类资源得以合理调配,其结果是提高了网络的运行效率,改善了系统的运行质量;

(3) 服务器端的处理负载降低,加快了响应速度,改善了服务质量,从而可以响应更多的请求,提高服务效率。

2.2 数字北大系统的数据库设计

根据北大的地理特点,系统将空间信息划分为5个部分^[4]:北大主校区图、北大周边图、燕北园图、昌平园图和北大医学部。北大主校区图构成系统数据库的主体;北大周边图直观而生动地显现出北京大学与北京市的地理关系,大致标示出了北京的主要道路、高校、名胜等信息,同时还集成了不在各校区内的一些校直机构(如北大附小、北大附中、医学部、各附属医院等)的相关信息;北大的燕北园和昌平园及医学部,由于地理位置上的独立性,无法包含到主校园图中,也各自分立成图,各部分地图根据其所包容信息复杂度和具体的地理特征,分别用不同的图层来叠加生成(如图3所示)。

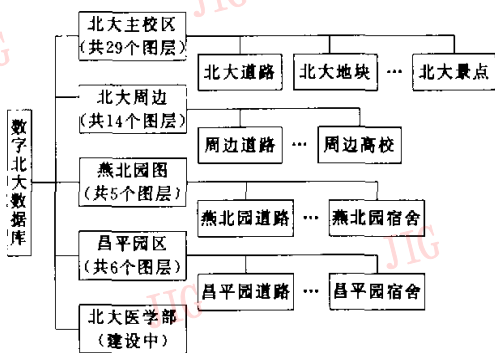


图3 数字北大数据库设计

系统利用 Geo-Union 的数据管理功能,将空间数据存储在对象关系数据库 Oracle8i 中,空间数据按空间实体对象、图层对象、地图对象进行组织。空间实体包括点、线、多边形和标注4种基本类型,每个空间实体是几何数据和属性数据的统一;图层对

象由一个具有相同语义的空间对象集组成;属于同一空间坐标范围的多个图层组成一幅地图。对网络中,空间数据的访问采用 Geo-Union 空间数据访问传输协议^[5]。

由于空间数据的封装性,用户在进行查询时,可按统一的格式组织和提交查询操作,Geo-Union 服务器按照对象具体特性,解析查询语句的语义,在对象关系数据库系统的支持下,进行检索与处理。

2.3 数字北大系统的功能设计

数字北大系统利用 Geo-Union 的系统布局,并结合北京大学的地理特点,提供了多层次、多方面的空间信息服务功能。系统的服务功能主要包括两部分内容:

(1) 周边环境信息服务 用户可以通过浏览器方便地找到北大周边的大专院校、湖泊、游览区及其他重要目标等,并同时获取这些地点的简要信息;用户也可以快速地查到北大周边的重要路段和通往某地的最佳路径等交通信息;同时还在校外校直机构(如北大附小、北大附中、北大医学部和北大附属医院等)与北大主校区之间建立起信息连接纽带。

(2) 校园信息服务 用户可以浏览校园的全景和局部,像在校园中散步一样,漫游北大的燕园;还可以根据校园的一个行政建筑查询到所有坐落在该建筑中院系的研究机构,读取各个院系的电话,随时链接到各个院系的主页;也可以在数字化校园中享受生活;它会告诉用户最近的商店和银行,会提供最新的食堂供应时间;最后,作为一个数字化了的校园,查找宿舍和上课教室将不再是难事。

2.3.1 系统功能详细设计

(1) 基本地图查阅

系统用户可以使用浏览器,查阅校园内外的各种地图,包括校内道路、宿舍、教学科研机构、景点等等,与校园相关的其他地图,如首都各高校,主要交通信息,各游览区,燕北园、昌平园主要建筑等。使用地图查阅功能,用户可以任意放大、缩小和平移地图,直至获得满意的结果。

(2) 主页链接

当用户选定某信息点后,系统即在屏幕右侧显示与该信息点相关的信息。如果后台数据库中存在有该信息点主页的网址,用户可进入该信息点在因特网上的主页。

(3) 查找功能

用户可以输入待查询单位的属性信息(如名称、

地址、电话中的一项),系统就可以列出所有符合此条件的信息点.选择其中之一,就可以看到该信息点的位置图.

(4) 查询功能

系统支持多样化、多角度的图文互查功能,这主要表现在:

① 用户可以在地图上用鼠标任意选取查询对象,进而在输出界面上获得该对象详尽的信息,例如:对于行政机构,提供坐落于该地的所有院、系、研究中心的简介,办公电话以及通往各个院、系、研究中心的网页超链;对于教室楼,提供最新的周课表以及教室楼的规章制度、作息时间;对于校园景点,提供简明扼要的介绍和精美的图片预览;对于日常生活方面的信息,系统提供包括食堂的位置及开放时间,商店的作息时间和服务范围,浴池的作息时间以及运动场馆的开放时间、体育项目和费用等信息.

② 系统支持用户的界面输入查询.对于不太了解北大环境的用户,也可以直接输入要查询的对象来取代在地图上漫无目标的搜索.

③ 系统提供了基于行政机构进行的目标查询,用户任意选定或输入一个机构,就可以及时获得该院、系所在建筑的详细信息.

④ 为了解决由于北大占地大、建筑多、道路复杂给新生、家长、外宾带来的问题,系统还提供了依托宿舍的系别、性别、级别的多角度定位查询,用户可以通过各个角度交叉查询,在地图上定位想要寻找的宿舍和公寓.

(5) 导航功能

系统力求模拟用户在真实环境中的漫游,能够

依托地图定位用户的初始位置,并根据用户的需求,在地图上模拟出正确的行进路线.例如:用户可以在系统上查询北大内任意两个目标点间的行走路线,比如从校南门如何去未名湖;用户可以假定出发点为北大,而要求到达天坛做假日旅游,系统将为用户指明可行的路线;用户还可沿铁路、公路、河流分别做类似的导航.

另外,系统还支持图层控制、地图放大、地图缩小、地图开窗放大、地图开窗缩小、全图、重画地图、地图漫游、显示实体标记等基本地图操作.

2.3.2 系统功能主要特色

(1) 系统界面 系统的界面友好、简便.它采用图形界面方式,具有菜单、工具条,提供给用户的是一个简单、方便的界面,可以直接在图形中选取目标.

(2) 图形功能 系统能方便地实现对地图的放大、缩小、全图、漫游、平移、旋转、实体的拾取等基本操作.操作界面友好,图形操作迅速,无断层或破碎现象.

(3) 查询功能 系统实现了丰富的查询功能.用户可以查询任意目标,通过选择相应的查询条件,就可以得到查询结果,并在图形中反映出来.同时,它还可以进行各种方式的图文互查.

2.4 前端实现

数字北大系统将以网页的形式提交给用户,前端采用 Geo-Union 构件和 ASP 设计实现.

2.4.1 二次构件

为了在页面上对地图进行快捷的编辑、显示和管理,基于 Geo-Union 构件开发了 2 个集成的二次构件——GisView 和 PicView. GisView 构件(如图 4 所示,其中显示的是北大校园图)在上方工具条中集

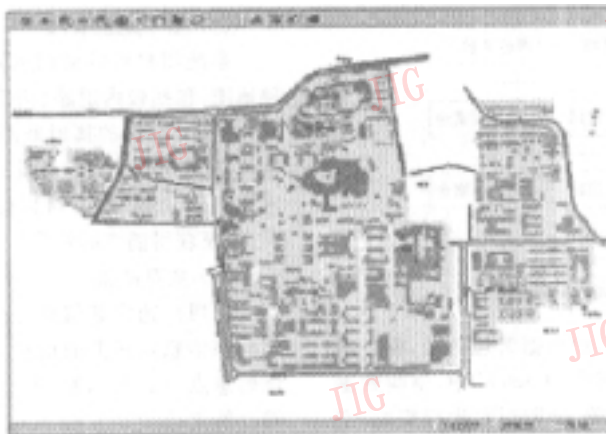


图 4 GisView 中的北大校园图

成了多功能的快捷工具,包括图层管理、放大、缩小、开窗放大、开窗缩小、地图漫游、实体选取、清除选取以及实体标记显示、几何测量等,下方则是地图显示及用户交互区,使用户获得良好的交互上的舒适感. PicView 是一个用来显示图片的构件,它用在景点查询中,显示景点的图片.

2.4.2 基本的界面设计

图 5 是数字北大系统的主页面,所有的页面都有相似的风格:在页面的左边,将用表单或空间的形式给出本页的交互功能,右边用 GisView 提供地图显示以及对应的交互结果. 因为一个地图将拥有不同的交互选项,网页实际以 Frame 的形式组织.

下面具体以“校园景点查询”为例来说明系统的实现技术.

2.4.3 校园景点查询示例

在这里,用户有两种手段来指定景点查询对象:一是通过填写表单给出要查询的景点名称;二是通过 GisView 构件工具栏,直接在地图上选取景点. 图 6 为查询后的界面.

对于前一种查询方法,ASP 截获用户提交的查询请求,并交给相应的处理程序. ASP 依托 Geo-Union 提供的构件 ObjectFactory 创建实体选取对象 Selection,后者通过 Geo-Union 服务器,从数据库提取相关信息,并动态地完成信息的分布式处理、检索,返回给 ASP. ASP 随后调用 GisView 的外部功能,将查询到的对象在地图上显示(如图 6,博雅塔处被红旗标出). 与此同时,从 Geo-Union 服务器传到网页的信息也将被 ASP 显示在表单中:图 6 左



图 5 系统基本界面

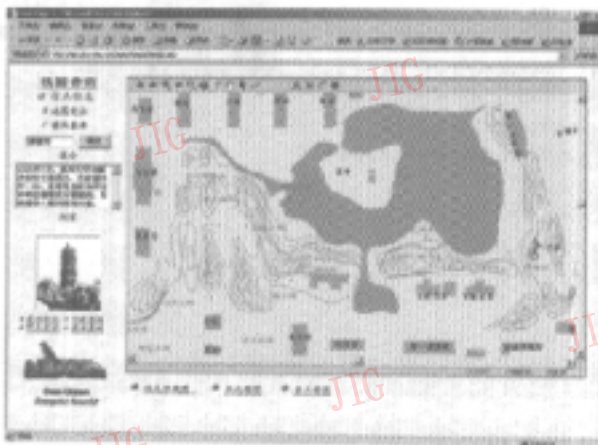


图 6 景点查询界面——查询博雅塔

边显示了用户查询到的博雅塔的简介及图片.需要注意的是,ASP只是从Geo-Union服务器上得到博雅塔的文字信息,只有通过ASP与PicView构件进一步交互,图片才会被显示.

对于后者,用户将利用鼠标在GisView上进行对象的选取,这一事件被GisView的内部功能截获,并直接通过构件自身完成选中对象的显示,而不再与ASP交互.至于属性信息的提取,与前一种查询是相同的.

3 总结

数字北大系统本着为数字化城市提供先期借鉴的初衷,以分布式构件化Geo-Union系统为骨架,充分发挥了Geo-Union服务器的数据库存储和检索能力,并通过开发的嵌入式构件搭建起ASP与地理信息交换的桥梁,初步建成了一个具有查询、导航、浏览等多种功能的网络信息系统.数字北大系统的建设和完善,不仅为北京大学又提供了一个数字化的窗口,更主要的是,它从一个局部探索了建设数字化城市的道路,它的许多方面将成为建设数字化城市的宝贵经验和有益借鉴.

随着信息量的扩充和技术手段的不断提高,数字北大系统的功能将会进一步得到完善和增强.将来的数字北大系统将拥有更为复杂的信息网络,用户的信息查询将不会仅仅局限在与纯地理位置相关的项目上,更多的具有社会意义的查询将与地图界面相联系,一个真正意义上的数字化系统才有可能实现.

参考文献

- 1 数字化城市简介[EB/OL].<http://www.bestinfo.net.cn>.
- 2 朱哲学. 依托地理信息技术建立完善的网上数字城市[EB/OL].
<http://www.citychina.net/chinese/help/数字城市.html>.
- 3 李慕华. 分布式WebGIS构件化的研究和实现[硕士学位论文][D]. 北京:北京大学计算机系,2000.6.
- 4 北京大学校园地图. 北京:北京大学出版社,1998年.
- 5 伍健. 分布式构件化WebGIS空间数据管理研究[硕士学位论文][D]. 北京:北京大学计算机系,2000.6.



罗英伟 1971年生,1999年获北京大学博士学位,随后在北京大学计算机系从事博士后研究,2001年1月博士后出站留学工作.主要研究方向为分布式GIS、分布式计算技术及Agent技术等.



刘昕鹏 1980年生,硕士生.主要研究方向为GIS和计算机网络等.



王月龙 1967年生,博士生.主要研究方向为GIS和数据库等.



汪小林 1972年生,2001年获北京大学博士学位,目前在北京大学计算机系从事博士后研究.主要研究领域为GIS、构件及Agent技术等.



许卓群 1936年生,教授,博士生导师,国家教委高校“计算机科学”教学指导委员会副主任,中国电子学会参加IFIP/TC-3专业组中方委员.主要从事空间信息处理与智能辅助决策、并行编译等方面的研究.